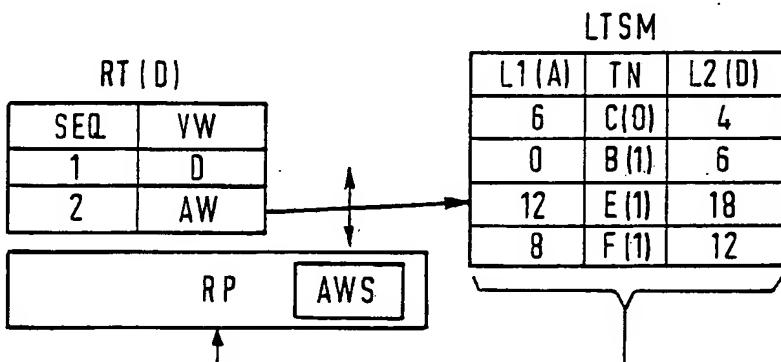


PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : H04Q 3/66	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 93/08666 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. April 1993 (29.04.93)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP92/02302 (22) Internationales Anmeldedatum: 6. Oktober 1992 (06.10.92)		(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, SE).
(30) Prioritätsdaten: 91117567.7 15. Oktober 1991 (15.10.91) EP (34) Länder für die die regionale oder internationale Anmeldung eingereicht worden ist: DE usw.		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIE-MENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE).		
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : HARTMANN, Harro, Lothar [DE/DE]; Kuckucks weg 2, D-3300 Braunschweig (DE).		

(54) Title: METHOD FOR THE NON-HIERARCHICAL ROUTING OF TRAFFIC IN A COMMUNICATIONS NET

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR NICHTHIERARCHISCHEN VERKEHRSLENKUNG IN EINEM KOMMUNIKATIONSNETZ



(57) Abstract

Prior art non-hierarchical methods for the routing of communications traffic give optimum throughputs only under certain traffic loads. In order to ensure optimum throughputs under all load conditions, the invention proposes that the number of alternative routes available for overflow traffic be modified in near real time as a function of the traffic load conditions on the alternative routes.

(57) Zusammenfassung

Bisher bekannte dynamische, nichthierarchische Verfahren zur Verkehrslenkung erzielen nur in bestimmten Verkehrslastbereichen optimale Durchsatzwerte. Um über alle Verkehrslastbereiche optimale Durchsatzwerte zu erzielen, wird die Zahl der für den Überlaufverkehr verfügbaren Alternativwege erfundungsgemäß in Abhängigkeit der Verkehrsbelastungszustände der Alternativwege echtzeitnahe verändert.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PC-Terrassen auf dem PC veröffnetlichchen. Interaktionen Amedungen gemäß dem PC veröffnetlichchen.

AT	Österreich	FI	Finnland	MR	Mauritius	MR	Mauritius	MR	Mauritius	AT
AU	Australien	FR	Frankreich	MW	Malawi	MW	Malawi	MW	Malawi	AU
BB	Boliviens	GA	Gabon	NL	Niederländische Republiek	NL	Niederländische Republiek	NL	Niederländische Republiek	BB
BE	Belgien	GN	Guinea	NO	Norwegen	NO	Norwegen	NO	Norwegen	BE
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen	PL	Polen	PL	Polen	BG
BR	Brasiliens	HU	Ungarn	PT	Portugal	PT	Portugal	PT	Portugal	BR
CA	Kanada	IE	Ireland	RO	Rumänien	RO	Rumänien	RO	Rumänien	CA
CC	Kongo	JP	Japan	RU	Russische Föderation	RU	Russische Föderation	RU	Russische Föderation	CC
CH	Schweiz	KR	Kroatiens	SK	Slowakische Republiek	SK	Slowakische Republiek	SK	Slowakische Republiek	CH
CO	Colombia	L1	Lichtenstein	SN	Somalia	SN	Somalia	SN	Somalia	CO
CN	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Sowjetische Union	SU	Sowjetische Union	SU	Sowjetische Union	CN
CZ	Tschechoslowakei	LT	Litauen	TD	Tschech.	TD	Tschech.	TD	Tschech.	CZ
DE	Deutschland	MC	Madagaskar	UG	Ukraine	UG	Ukraine	UG	Ukraine	DE
DK	Dänemark	MG	Madagaskar	US	Vietnams	US	Vietnams	US	Vietnams	DK
ES	Spanien	MN	Mongolei	VN	Vietnam	VN	Vietnam	VN	Vietnam	ES

1

1

Verfahren zur nichthierarchischen Verkehrslenkung in einem
Kommunikationsnetz

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur nichthierar-
chischen Verkehrslenkung in einem Kommunikationsnetz gemäß
dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10

Ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist
bereits aus der Druckschrift ITC-11 (1985) pp. 795-801,
"use of a trunk status map for real-time DNHR" von G.R.
Ash bekannt. Das bekannte Verfahren weist bei Überlast
signifikante Durchsatzeinbußen auf.

15

Alle bisher bekannten dynamischen Verfahren zur nichthie-
rarchischen Verkehrslenkung erzielen nur in bestimmten
Verkehrslastbereichen optimale Durchsatzwerte, d.h. sie
weisen signifikante Durchsatzeinbußen entweder bei
Überlast oder bei Hoch- oder Planungslast auf.

20

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, über alle
Verkehrslastbereiche optimale Durchsatzwerte zu erzielen.

25

Dieses Problem wird durch die Merkmale des Anspruchs 1
gelöst.

30

Durch die echtzeitig zustandsgesteuerte Adaption der Zahl
und Reihenfolge der für den Verkehr verfügbaren Alterna-
tivwege, d.h. der Alternativwegesequenz, werden in
allen Lastbereichen nahezu optimale Durchsatzwerte oder
minimale Transportkosten erzielt.

35

Sind sämtliche Alternativwege eines Verkehrspaares
überlastet, so sind für den Verkehr schließlich nur noch
die Planwege bzw. der Planweg verfügbar.

25

25

20

15

10

5

1

2

Durch diese Zustandsgetreute Wegeselektion wird einsetzts die Verkehrsparameter spezifische Hochlast verminderter, gleicherzeitig jedoch die Hintergrundlast (Verkehrs über Planwagen zuzuglich Überlauf aus anderen Netzbereichen) auf den betroffenen Linksbereich begünstigt. Daher steigt der erfolgreiche Durchsatz des gesamten Kommunikationsnetzes an. Das erfindungsgebäde verfahrenen zur nichtheitarchischen Verkehrslenkung arbeitet daher konserватив reserviert und verteilglichen zu anderen Routings-Umgänge. Es nutzt echtektig die allgemeinen nicht konsolidierten Verkehrsströme (Multi State- Controlled Dynamic Nonhierarchical Routing, kurz SDNHR) bezichnet werden.

Eine Ausführungsform des erfindungsgebäde Verfahrens gesteuert- das erfindungsgebäde Verfahren kann als Zustandsgetreute- gemeins Anspurk 2 besitzt insbesondere den Vorteil, daß die Verkehrslast auf den Signaliertechniklen gegeneüber eine zentrale Routing-Verfahren verteilung und somit der Durchsatz gefordert wird. Dies ist insbesondere bei einem Kommunikationsnetz mit vielen Vermittlungsknoten und einer groben Anzahl von Alternativwegen von Bedeutung. Im übrigen wird die Processing load auf die lokalen Prozessoren verteilt. Dadurch werden sicherheitsrelevanten echtektig effiziente Routing-Verfahren mit dezentralem "Processing Load Sharing" realisierbar.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgebäde eine Verfahrens gemäß Anspruch 3 besitzt insbesondere den Vorteil, daß die Umspannungsstellen auf die Umspannungsform des erfindungsgebäde einfacche Weise einzuufen kann.

1

3

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch 4 besitzt insbesondere den Vorteil, daß der Ursprungsvermittlungsknoten den Verkehrsbelastungszustand eines Alternativweges unter lernender Berücksichtigung der Folge-Link-Belastungen einstufen kann.

10 Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch 5 besitzt insbesondere den Vorteil, daß der Ursprungsvermittlungsknoten den Verkehrsbelastungszustand eines Alternativweges unter Berücksichtigung der Zustände der Folge-Links einstufen kann, ohne ein Verfahren zur Schätzung der Blockierungs- 15 wahrscheinlichkeit eines Alternativweges anwenden zu müssen.

15 Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch 6 besitzt insbesondere den Vorteil, daß der Alternativwegeverkehr (Überlaufverkehr) im Überlastfall noch stärker zugunsten des Planverkehrs 20 verdrängt wird.

Es folgt die Figurenliste der Zeichnung.

25 FIG 1 zeigt ein Kommunikationsnetz, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren angewandt wird.

FIG 2 zeigt die in einem Vermittlungsknoten zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorhandene Processing-Struktur.

30 FIG 3 veranschaulicht die Durchsatzoptimierung bei adaptiver Wegefächersteuerung.

FIG 4 zeigt die Verringerung des Processing Load Ratio (PRLR) bei verschiedenen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

35 Im folgenden wird eine spezielle Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der Zeichnung näher erläutert.

FIG 1 zeigt ein Kommunikationsnetz, das Vermittlungsaknoten A, B, C, D, E und F bilden. Jeder der dargestellten Vermittlungsaknoten A bis F arbeitet mit einem vom Netzwerk trennbar bzw. einem zentralen Netzmanagementzentralelement. Vom zentralen Netzmanagementzentralelement werden verschiedene Anzahl M von Alternativwegen zu jedem Vermittlungsaknoten enthalten. Im Fall eines Verbindungsabreißens kann ein augerwandliches Netzstutzen ebenso wie ein alternativer Weg ausgetauscht werden. Beim normalen Betriebsszenario sind die Alternativwege jedem Potenzialleiter Echtheit-Weg. FIG 1 zeigt des Weiteren eine erste Vermittlungssstelle V1, Zykuszeiteten ermittelt in alternativensequenz zugewiesen. (C11s) geben einen vom Routing-Prozeß in relativ kleinen mittlungsaknoten entgehen. Vermittlungsaknoten A ist unter dem Routing-Algorithmus zu einer ersten Vermittlungssstelle V1 und einer zweiten V2 unterteilt. Da der Anschriftung der beiden Vermittlungssstellen V1 und V2 fest oder planmäßig heterarchisch ist, verzweigt sich ein in FIG 1 dargestellter Vermittlungsaufbau zwischen den Vermittlungssstellen V1 und V2 über die Vermittlungsakno-ten A und D des nichthierarchischen Kommunikationsnetzes. Die in den Umspannwerken A eingehenden Callis den Vermittlungsaknoten A über alternativen Callis der Vermittlungssstelle V1 können über alternative Verbindungswege zum Zielvermittlungsaknoten D vermittelt werden, was in FIG 1 durch nicht unterbrochene Verbindungswege dargestellt ist. Die in FIG 1 verbindende Verbindungsweg dient zur Vermeidung von Verzögerungen im Netzwerk.

1

5

gestrichelt dargestellten Verbindungswege zwischen dem Ursprungsvermittlungsknoten A und dem Zielvermittlungsknoten D sind Verbindungswege, die vom Routingprozeß nicht ausgewählt wurden, d.h. in dem betrachteten Aufdatierungsintervalls (Route Update Intervall) nicht in die Alternativwegesequenz mitaufgenommen wurden.

10

FIG 2 zeigt die in dem ausgewählten Ursprungsvermittlungsknoten A zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorhandene Processing-Struktur. Die im folgenden näher erläuterte Realisierung der Erfindung beinhaltet im allgemeinen Software- und Hardware-Komponenten mit abgestimmten Aufgabenzuweisungen.

15
20
25

Die in FIG 2 dargestellte Processing-Struktur umfaßt einen Routing-Prozeß RP, eine Routing-Tabelle RT(D) und eine lokale Trunk-Zustandstabelle LTSM. Der Routing-Prozeß RP dient zur Ermittlung einer Alternativwegesequenz AWS innerhalb der zentral zugelassenen Menge von M Alternativwegen. Dabei bedient er sich der lokalen Trunk-Zustandstabelle LTSM, in der die Zustände der Links sämtlicher Alternativwege abgespeichert sind, und gegebenenfalls eine binäre Aussage über die Verfügbarkeit von Transitknoten TN der Alternativwege enthalten ist.

30
35

Die Routing-Tabelle RT (D) enthält eine Wegesequenz SEQ von Verbindungs wegen VW, durch die dem Vermittlungs-Prozeß im vorliegenden Beispiel an erster Stelle ein planerischer Direktweg D und an zweiter Stelle ein aktueller Alternativweg AW zur Verfügung gestellt wird. Der aktuelle Alternativweg AW wird dem Vermittlungsprozeß solange zur Verfügung gestellt, bis er vom Überlaufverkehr belegt ist bzw. eine Blockierung auftritt. Daraufhin erfolgt eine Meldung an den Routing-Prozeß RP, worauf dieser den gemäß der Alternativwegesequenz AWS nächsten Alternativweg als den neuen aktuellen Alternativweg anstelle des bisherigen

aktuelleren Alternativwege in die Routing-Tabelle ein-

scheint.

Die lokale Trunk-Zustandstablelle LTSM beinhaltet die Zustände aller zentral zugelassenen Alternativwege ein-

z.B. des Vermittlungsknotenpaares A-D. Der Routing Prozeß jeweilsigen Utsprungsknotenpaares, hier

ermittelt daraus innerhalb des Aufdatierungsintervalls die Alternativwegesequenz, d.h. die Reihenfolge und den Umfang

der für den Überlaufverkehr herangezogenen Alternativwege.

Alle im jeweils nächsten Aufdatierungsintervall eingehen- den Calls nutzen diese Alternativwegesequenz im sequen-

tiellen Überlauf.

Im folgenden wird das spezielle Utsprung-Zielvermittlungsknotenpaar A-D betrachtet.

Als erster Verbindungswege ist dabei der Planweg D, der hier speziell ein Direktweg ist, vorgesehen. Als erster

Alternativweg AW wird durch den Routing-Prozeß der am wenigensten belastete Verbindungswege über den Vermittlungsknoten E vorgegeben. Der Vermittlungsknoten E stellt hier-

bei einem Transistknoten TN dar, der für den Verkehr ver- fügbar ist. Die Verfügbarkheit eines Transistknotens TN

ist in der lokalen Trunk-Zustandstablelle durch einen in Klammer hinter der Bezeichnung des Transistknotens stehen-

den binären Wert ausgedrückt. Der erste Alternativeweg

verläuft über einen ersten Link L1 (A), der gemeinsam der lokalen Trunk-Zustandstablelle 12 freie Kanäle aufweist,

und über einen zweiten Link L2 (D), der 18 freie Kanäle aufweist. Daher können auch eingehende Mehrkanal-Verbin-

dungsanforderungen von bis zu 12 Kanälen dieses Alternativa-

tivweg angeboten werden.

Das Zeitintervall, nach dem die lokale Trunk-Zustandstablelle mit nicht lokalen Zustandsinformationen aufdatiert

35

30

25

20

15

10

5

1

1

7

wird, (Aufdatierungsintervall dT) beträgt etwa 10 sec. Durch ist einerseits eine echtzeitnahe Aufzeichnung der Belegungszustände der Alternativwege gewährleistet, andererseits die Abfragehäufigkeit der lokalen Trunk-Zustandstabelle und damit die Auswertungslast gering.

Der Routing-Prozeß sorgt dafür, daß die eingehenden Calls denjenigen Alternativwegen mit den jeweils größten durchgängig verfügbaren Kanalzahlen, d.h. mit der geringsten Verkehrsbelastung zugewiesen werden. Folgende Prozeßkomponenten sind hierzu erforderlich:

- a) LTSM-Eintragungen im Raster des Aufdatierungsintervalls: Verfügbare Kanäle, abzüglich Trunk-Reservierung, abzüglich BIAS-Schätzwerte.
- b) Zuweisung der eingehenden Calls auf den freiesten (most idle) Alternativweg mit Überlauf auf nachrangige Alternativwege. Die Rangordnung erfolgt nach abfallenden durchgängig freien Kanalzahlen.
- c) Rufblockierung, falls kein Alternativweg verfügbar.

Ist der zweite Link des ersten Alternativweges beim Verbindungsauftbau entgegen der Aussage der lokalen Trunk-Zustandstabelle blockiert, erfolgt Crankback und es wird als zweiter Alternativweg der Verbindungs weg über den Transitvermittlungsknoten F herangezogen. Weitere Alternativwege sind in dem betrachteten Aufdatierungsintervall der lokalen Trunk-Zustandstabelle nicht verfügbar und können deshalb nicht für den Verbindungsauftbau herangezogen werden.

Der Verbindungs weg über den Zwischenvermittlungsknoten B wird dabei mangels freier Kanäle auf dem ersten Link L1 (A) und der Verbindungs weg über den Zwischenvermittlungsknoten C infolge Überlast in C vom Routing-Prozeß nicht ausgewählt und damit dem Vermittlungsprozeß nicht zur Verfügung gestellt. Der Routing-Prozeß erzeugt somit aus einer zentral vorgegebenen Menge von M Alternativwegen eine nach freien Verbindungs wegkapazitäten geordnete Teil-

menge von Alternativwegen, wobei $T \leq M$.

Bei eingehenden Mechanial-Calls sind die vorhandenen freien Verbindungs kapazitäten in gleicher Rangordnung angebunden. Die Zuweisung von zwei HO-Kanälen mit jeweils 384 Kbit/s an benötigter Kapazität führt während des Ausbuchung des Alternativweges über den Zwischenvermittler betrachteten Aufdatierungsintervalls beispielweise zur Längsknoten E und damit zur Rangneutraleitung oder Ausbootung dieses Alternativweges im nächsten Aufdatierung. Längsknoten E und damit zur Rangneutraleitung oder Ausbootung dieses Alternativweges im nächsten Aufdatierung ist eine bestimme Zahl von Trunks verfügbart. Diese Kunstspezifische Trunkierung zur Durchsatzzstabilität ist eine spezifische Trunkierung, um den im Raster des Aufzustand einiges gesamten Alternativwegen zu berücksichtigen (dezentral hochlastspezifisch feste oder adaptive Zweige). In Wirklichkeit ist die gemäß FIG 2 in der lokalen Trunk-Zustandsstabelle gespeicherte Zahl von freien Trunks einiges Links nicht bereit um eine bestimme Zahl von Trunkverfügbarkeit. Die generante BIAS-bezogene Trunkierung kann ebenfalls echteitnahm in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung einiges Links verändert werden. Um den echteitnahm BIAS-Wert zu ermitteln, wird zum Ende jedes Paddiktions-intervall (etwa gleich Aufdatierungsintervall dt) der Schätzwert des echteitnahm Linksspezifischen BIAS-Werts über das Paddiktionsintervall dt ermittelt.

Die generante BIAS-bezogene Trunkierung kann ebenfalls echteitnahm in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung einiges Links verändert werden. Um den echteitnahm BIAS-Wert zu ermitteln, wird zum Ende jedes Paddiktions-intervall (etwa gleich Aufdatierungsintervall dt) der Schätzwert des echteitnahm Linksspezifischen BIAS-Werts über das Paddiktionsintervall dt ermittelt.

1

9

gebildet:

$$\text{BIAS}_i(t, dT) = dT \left(a_i(t, dT) - x_i(t)/t_m \right) \quad (1)$$

5 wobei $a_i(t, dT)$ die Rufankunftsrate, $x_i(t)$ die Zahl der zum Zeitpunkt t aktuell belegten Trunks eines Links i , t_m die mittlere Verbindungsduer und $x_i(t)/t_m$ die Verbindungsbeendigungsrate sind. Diese BIAS-Schätzwerte sind selbst Zu-
fallsgrößen. Insbesondere muß die Rufankunftsrate selbst
10 gemäß

$a_i(t, dT) = a_i(t-dT, dT) + (1 - \beta) Z_i(dT)/dT \quad (2)$
 mit $0 \leq \beta \leq 1$ durch gleitende Mittelung aus der Zahl der Rufankünfte $Z_i(dT)$ im Prädiktionsintervall dT gewonnen werden. Für $\beta = 0$ resultieren beispielsweise nahezu zeit-
 15 punktartige jedoch variationsreiche Schätzungen, während $\beta = 1$ auf $a_i(t, dT) = a_i(0, dT)$ führt, also den Anfangswert fortschreibt.

Häufig werden die Werte $\beta = 0,9$ und $t_m = 180$ s verwendet.
 20

Eine rein rechnerische Erwartungswertbildung über Glei-
chung (1) liefert veranschaulichend

$$E(\text{BIAS}_i(t, dT)) = \frac{dT}{t_m} (A_i(t) - y_i(t)) \quad (3)$$

25 wobei nun $A_i(t)$ das Verkehrsangebot und $y_i(t)$ die Belastung der Link i im Zeitpunkt t sind. Diese Erwartungswertbildung ist echtzeitig, d.h. für $dT \ll t_m$, nicht realisierbar, kann jedoch zur Schätzung fester BIAS-Richtwerte
 30 in experimentellen Lastsituationen verwendet werden. Betra-
 gen z.B. die aktuelle mittlere Bündelbelastung $y = 80$ Erl,
 das aktuell eingehende mittlere Angebot $A = 116$ Erl und
 das Verhältnis $dT/t_m = 0,10$, so wäre der echtzeitnahe
 35 BIAS-Wert für das Zeitintervall von t bis $(t + dT)$ gleich 3,6 zu setzen.

Im Wirkbetrieb sorgen die gleitenden Aufdatierungen von

35

30

25

20

15

10

5

1

a₁(t) und der aktuelleien Zustandsinformation x₁(t) für eine angemessene BIAS-Adaption, welche z.B. durch die Parameter dt und β so zu justieren ist, daß die Processing load bei sehr hohen Lasten begrenzt bleibt. Da der Prädiktions-Fehler bei wachsen dem Prädiktionsintervall dt steigt, ist dieses so klein wie möglich, jedoch größer als alle möglichen Round-Trip-Delays in Zeichenablesystem zu wählen, falls ein in folgendem noch näher zu erläutern der Kooperativer Import von Zustandsinformationen für die Verwaltungsdigung der lokalen Trunk-Zustandstablette LTSM angewandt wird.

Die Informationen über die Verfügbarkheit eines Zwischenverzweitungsaknotens TN sowie die Zustände eines zweiten Links spezifischer. Bei einem Kommuunikationsnetz mit N Vermittlungsaknoten müssen von jedem Verzweigebenen Menge der Alternativen entstehen M-zweitzügliche Zweitlink-Zustandsmeldungen von (N-1) Zellenportiert und abgespeichert werden. Mit N = 64, M = 14 und 2 Byte pro Zustand eines Links bekomme die Datenbasis für den zweiten Link daher den Umfang von 28 Bytes für jedes Ziel und damit einen Gesamtumfang von 1,764 K Byte pro Utpzungrsvermittlungsknoten für alle Ziele. Für den Meldeungstransfer auf dem zentralen Zeichennkanal kann untersteckt werden, daß die Vermittlungsknoten weiterhin über asszoziierte 64 Kbit/s Zeichennkanäle gekoppelt bleiben. Die auf das Route Update Intervall verteilt werden. Der Summenbitrate für den Import in die bzw. den Export aus lokalen Trunk-Zustandstablette daher pro Verteilungssknoten 2 DB x 8/dt = 2,822 Kbit/s. Der Meldeungsaustausch erfolgt jedoch im MSU-Datagramm-Modus.

1

11

etwa 272 Byte findet ihr Ziel innerhalb von etwa 100 msec. Pro MSU und Ziel sind $M \times 2$ Byte = 28 Byte innerhalb von dT oder rund 0,1 MSU/s zu transferieren. Weiterhin werden von dem Ursprungsvermittlungsknoten alle Zwischenvermittlungsknoten zur Rückmeldung ihrer Last- und Ziel-Bündelzustände aufgefordert. Hierzu sind M Bit für die Informationen über die Verfügbarkeit des Zwischenvermittlungsknotens erforderlich.

10

Die Bündelzustände der Zweitlinkabschnitte können alternativ zum vorgenannten Abrufverfahren auch aus den Zwischenvermittlungsknoten herbeigeführt werden. Hierzu sind wiederum $M (N - 1)$ 2 Byte erforderlich. Der Meldungsumfang ändert sich hierbei praktisch nicht.

15

Durch den kooperativen Transfer der Informationen aus den lokalen Trunk-Zustandstabellen zwischen den Vermittlungsknoten des nichthierarchischen Kommunikationsnetzes ergibt sich ein weitsichtiges Routing-Verfahren. Dies wiederum hat zur Folge, daß eine Entlastung des wesentlich kritischeren und kostenträchtigeren Call-Processings eintritt. Gleichzeitig entsteht ein lastteiliger und sicherheitsrelevanter Route- Processing-Verbund mit dezentralen Datenbeständen bei geringem Kommunikationsaufkommen. Vergleichsweise müßte bei einem entsprechenden Verfahren mit zentralem Routing-Prozeß das N-fache Datenbasis-Volumen innerhalb dT zu zwei sicherheitsrelevant räumlich diversitär arbeitenden Doppelrechnern übertragen werden, welche ihrerseits im gleichen Zeitraster aus $N (N - 1)$, d.h. etwa N^2 Linkzuständen Alternativwegesequenzen mit bis zu M Alternativwegen generieren und in N dezentrale Tabellenspeicher zurücktransferieren müßten.

Anstelle des kooperativen Transfers der in den lokalen Trunk- Zustandstabellen gespeicherten Zweitlink-Zustandsinformationen zwischen den Vermittlungsknoten, kann auch ein Verfahren zum intelligenten Erlernen der Zustände der

Fuß A/n > 1 Er^l/Trunk domäniert schließlich mit M = 0 das ungesteuerte Kommunikationsnetz, denn andernfalls würde

35 ieduziert wird.
Umfang des Altersaktivitätsgefechtes, d.h. der Parameter M hochstmöglichlich Durchsatzwerte nur dann erreicht, wenn der folgen. Bei höheren Verkehrsangaben werden jedoch die Werte dem Knickepunkt ein Sicherheitsmäger Durchsatzrückgang verhindert Durchsatzverteilung TR Fuß M = 14 wird bis zum Angebots 0,88 Er^l/Trunk ein nahezu

25 normierten Verkehrsangaben A/n in Erlang pro Trunk. Keitsbelastung Y/n in Erlang pro Trunk als Funktion des erfolgreichen Verkehrs durchsatz, d.h. die normierte Ver- BIAS-Werte werden vernachlässigt. Da gerade jetzt wird der wird der zu einem gegebenen Wert TR = 4 verwendet, und die vorliegenden symmetrischen Fall. Als Trunkseitiverteilung TR gesehen M als einzige Verbleibenden Optimalisierungsparameter im Verkehrs paar, jedoch unterschiedliche Altersaktivitätsgefech- Link und gleiche Verkehrsangabe A/n in Er^l pro Trunk und Symmetrie bei unihalbem VOLLVERMASCHEUNG, n = 100 trunks pro überlauf (dynamic non hierarchical routing DNR). Die Kommunikationsnetze mit sequentiell wechselseitigem trische und dynamisch nicht hierarchisch gesteuerte FIG 3 zeigt ausgewählte analytische Fällstudien für symme-

10 diesen Vermittlungsknoten an.
Knoten, sowie mehr als zwei Linienknoten zwischen Knoten, sowie mehr als zwei Linienknoten zwischen Informationszwischen den Umspannungs- und Zelvermittlungen- keitsprofilen und entsprechendem Auslastsch von Zustands- bindungen mit Ausgeprägt mittelfristigen Multi Hour Ver- Variante besteht sich insbesondere bei internationalen Ver- den aufdatieren geschart und aktualisiert werden. Diese unter der Bedeutung Existenz freie) in großes Zettabyte bedingt Blockierungserfahrung (Folgelinks blockiert Weise realisiert werden, daß die genannten Zustände anhand werden. Dieses Verfahren könnte beispielweise in der entsprechenenden Links und Vermittlungsknoten angewandt

1

13

der auf die Zweit-Link-Alternativwege gelenkte Verkehr den Direktverkehr der entsprechenden Links jeweils zweifach behindern.

5

Andererseits erhielten im Falle $M = 0$ alle überschüssig eingehenden Rufe bei kleineren Verkehrsangeboten trotz vorhandener Kapazitätsreserven von im Mittel $(n - A)$ pro Link keine weiteren Erfolgschancen, so daß höhere Blockierungen im Prozentbereich gegenüber einer optimalen Wegefächergroße $M > 0$ resultieren.

Das erfindungsgemäße zustandsgesteuerte dynamische nicht-hierarchische Routing-Verfahren (SDNHR) löst das genannte Adoptionsproblem jedoch nicht nur für symmetrische, sondern zugleich für unsymmetrische Netze. Wie ausgeführt, werden ausgelastete Alternativwege nicht verwendet, und darüber hinaus diejenigen Alternativwege vorrangig belegt, welche die größten nahezu echtzeitigen Kapazitätsreserven aufweisen. Zusätzlich wird der Gefahr von Alternativwege-überselektionen durch adaptive BIAS-Prädiktionen im Route Update Intervall begegnet. Hierbei wird der Durchsatz abermals optimiert, so daß der in FIG 3 durch eine erste Schraffur S1 dargestellte Endbereich über alle Lasten approximiert wird. Dieser Bereich nähert sich ferner mit wachsenden Link-Kapazitäten für $n \geq 100$ der idealen Grenzkurve ($y = A$ für $A \leq n$ bzw. $y = n$ für $A \geq n$, in FIG 3 durch eine zweite Schraffur S2 angedeutet).

FIG 4 veranschaulicht Simulationen an einem unsymmetrischen Netz mit $N = 5$ Vermittlungsknoten und $M = 3$, und zwar hinsichtlich eines erwartbaren Processing Load Ratio PRLR bei überlastigen Verkehrsangeboten A in Erlang Erl.

Das Processing Load Ratio PRLR bezeichnet hierbei die mittlere Call Processing Load pro Call infolge sequentieller Alternativweg-Überläufe und Crankbacks.

WO 93/08666
PCT/EP92/02302

14

Für planetarische bzw. extreme Lasten strebte das Processing
Load Ratio gegen 1, weil in diesen Fällen praktisch keine
Verkehrtssubstanz aufgetreten bzw. zugelassen werden. In
diesen Fällen wird also pro Call nur der planetarische Weg
aufgeprägt.

Eine erste Kurve kl. zeigt den PRLR-Verlauf einiger Sequen-
tiäl Routing Verfahren ohne Betrüglichung einer lokalen
Trunk-Zustandstablette, wobei Rechnung und Simulationen
bei vernachlässigbar kleinen Verzögerungen überall an-

Signifikante Minde rungen des Load Ratio gemäß
einer zweiten Kurve K2 ergeben sich im relevanten Hoch-
lastbereich, wenn die lokale vorhandenen Zustandsinfor-
mationen der Estlinks zur Aufdatierung der Routing-
sequenzen (Alternativwege sequenz) verwendet werden.
Hierbei ist ähnlich gewählt, daß der Erstlink
(erster Abschnitt eines Alternativweges) frei ist, so
daß zum Processing Load Ratio gegebenenfalls nur das
Crankback des zweiten Links (zweiter Abschnitt des
Alternativweges) eingehet.

25 Der in den Simulationen gemäß einer dritten Kurve K3 fest
gewählte BIAS-Term vermindert die Schätzfehler für das
Prädictionsintervall dt ($dt = 10 s$). Diese Ausführungsform
wäre-Realisierung des Route Processing nicht tangierbar
der Erfüllung ist insbesondere für eine wetigehende Hard-
ware-Fähigkeit das vorhandene Call Processing nicht tangierbar
hierbei das vorhandene Call Processing nicht tangierbar
Wieder.

30 Werden zusätzlich die Beliebungszustände aus den Zwischenlinks
der Alternativwege importiert, so gelingt eine weitere
Absenkung des Processing Load Ratios auf exemplarische
Maximalwerte der Größe 1,06. Dieser Zustand wird durch
eine vierte Kurve K4 und eine fünfte Kurve K5 veranschau-
licht.

1

15

licht, wobei die vierte Kurve ohne BIAS-Reservierung und die fünfte Kurve unter Zugrundelegung eines BIAS-Wertes von 5 ermittelt wurde. Diese Ausführungsform der Erfindung ist daher insbesondere für ihre weitgehende Software-Realisierung in bestehenden Hardware-Systemumgebungen geeignet.

10

15

20

25

30

35

Patentansprüche

1

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Verkehrsbelastungszustand eines Alternativweges
bezüglich der Folge-Links anhand von Blockierungser-
fahrungen eingestuft wird.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Verkehrsbelastungszustand eines Alternativweges
anhand des Belegungszustandes aller den Alternativweg
bildenden Verbindungsstrecken und der Verfügbarkeit der
auf dem Alternativweg liegenden Zwischenvermittlungsknoten
eingestuft wird.

15 6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß der bestimmte Schwellwert linkspezifisch und echtzeit-
nah in Abhängigkeit der über ein Prädiktionsintervall
gemittelten Differenz zwischen Rufankünften und
20 Verbindungsbeendigungen (Call Completion) verändert
wird.

25

30

35

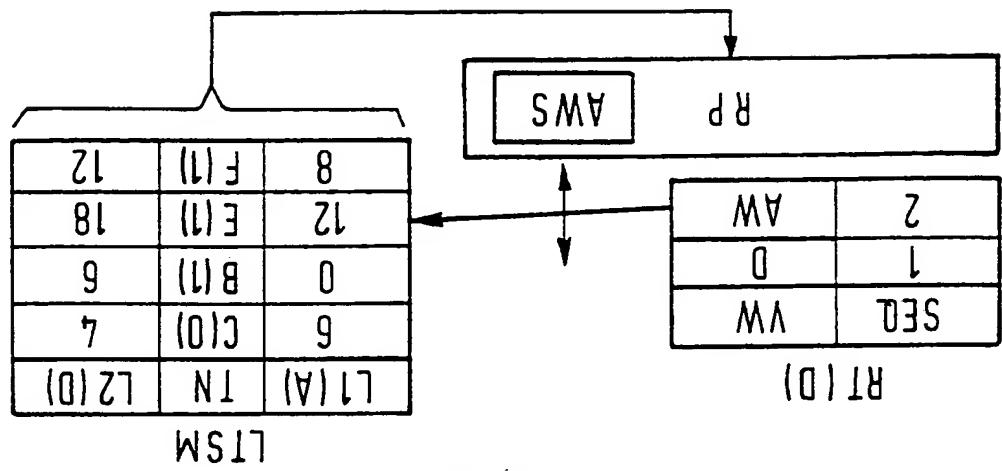


FIG 2

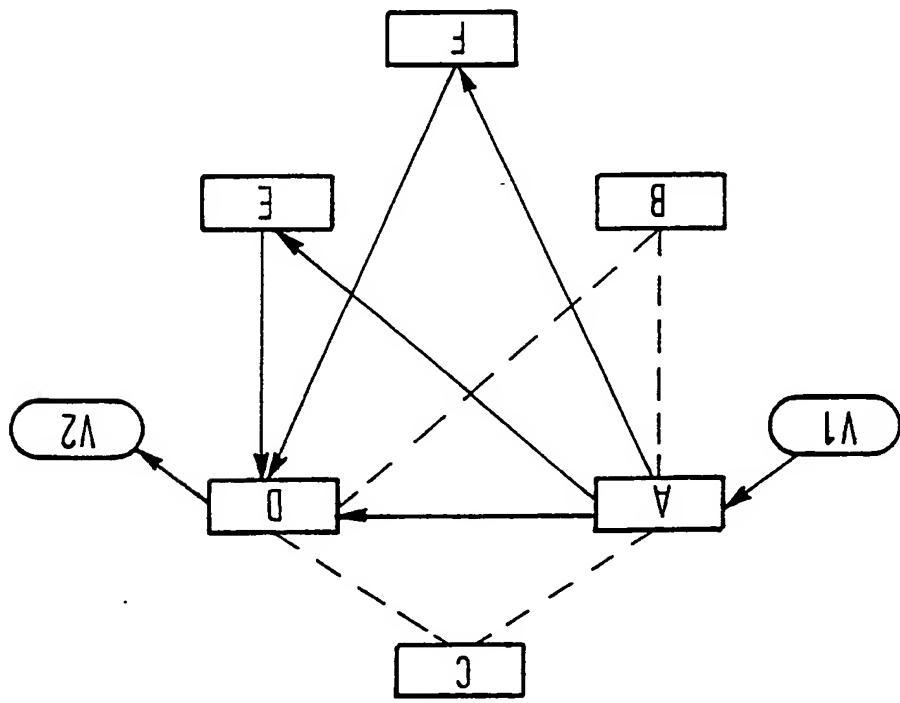


FIG 1

1/3

2/3

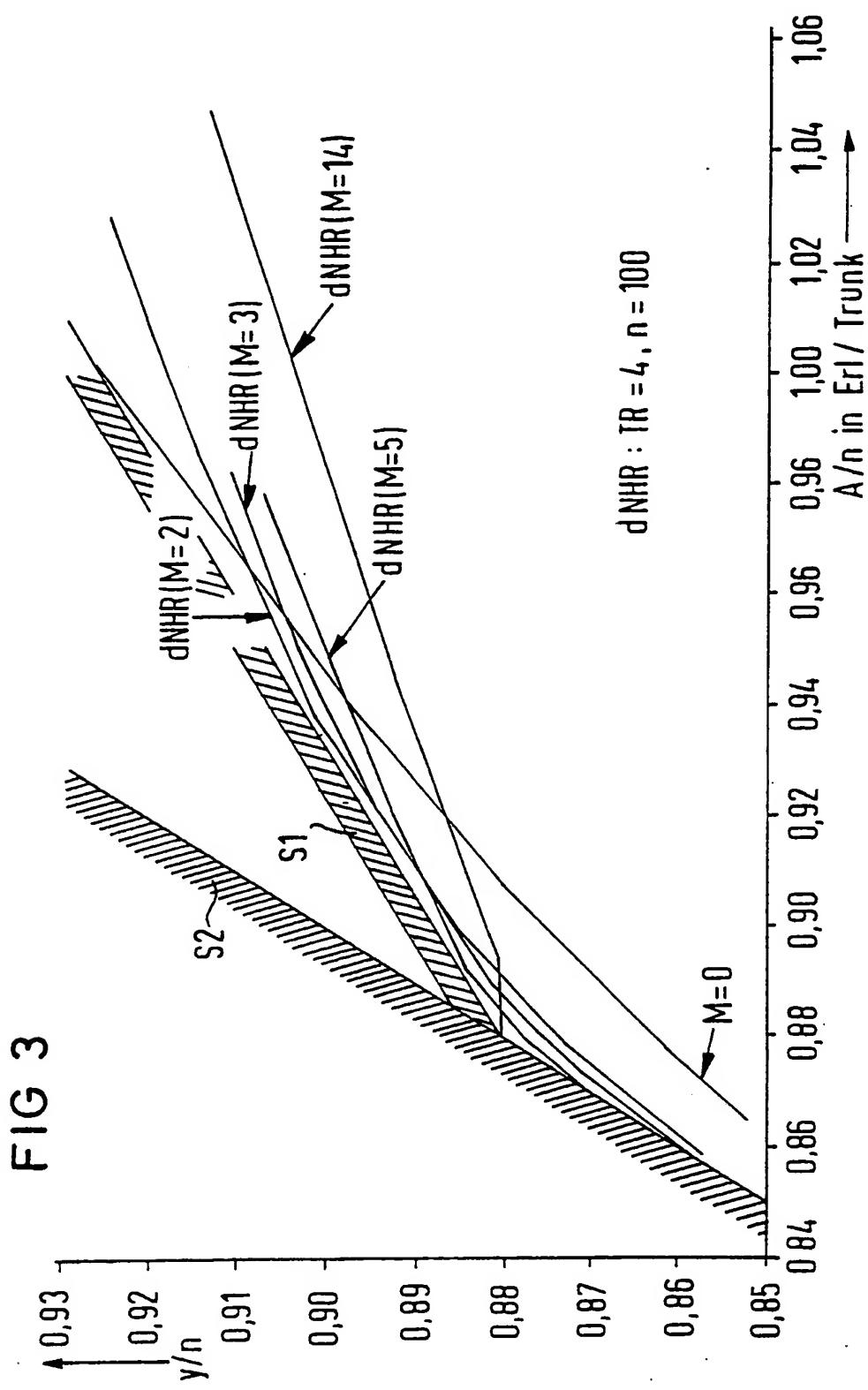
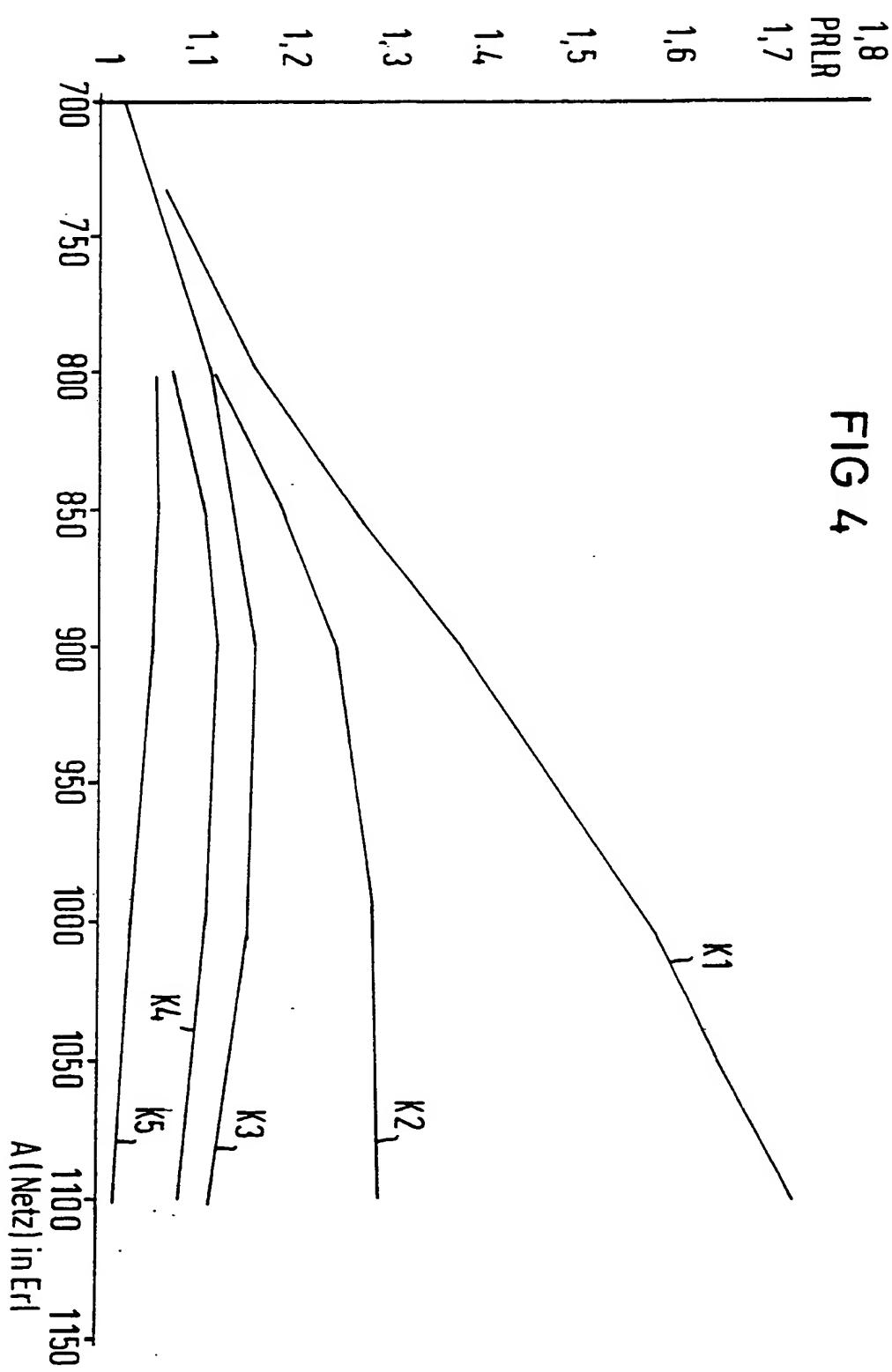


FIG 4



3/3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP 92/02302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 5 H04Q3/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,4 669 113 (ASH) 26 May 1987	1,3-6
A	see column 14, line 35 - line 38 ---	2
Y	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL COMMUNICATIONS FORUM October 1985, ROSEMONT (US) pages 596 - 600 RICHARDS ET AL "Towards Dynamic Network Control" see page 597, left hand column, line 1 - right hand column, line 18 ---	1-6
		-/-

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 December 1992 (04.12.92)

Date of mailing of the international search report

14 December 1992 (14.12.92)

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

Category	Continuation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages International application No.	Relevant to claim No.
(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Y	WO,A,9 001 237 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH) see page 8, Line 49 - Line 52 8 February 1990	see page 10, Line 41 - Line 43 see page 11, Line 13 - Line 15 see page 12, Line 35 - Line 37 US,A,4 788 721 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH) 29 November 1988 see column 11, Line 49 - Line 51 INTERNATIONAL SWITCHING SYMPOSIUM Vol. 4, March 1987, PHENIX (US) Pages 984 - 988 STACKEY ET AL "Dynamic Alternative routing in the British Telecommunications Network" see page 2, Line 55 - Page 3, Line 49 2 October 1991
Y	WO,A,9 001 237 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH) see page 8, Line 49 - Line 52 8 February 1990	see page 10, Line 41 - Line 43 see page 11, Line 13 - Line 15 see page 12, Line 35 - Line 37 US,A,4 788 721 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH) 29 November 1988 see column 11, Line 49 - Line 51 INTERNATIONAL SWITCHING SYMPOSIUM Vol. 4, March 1987, PHENIX (US) Pages 984 - 988 STACKEY ET AL "Dynamic Alternative routing in the British Telecommunications Network" see page 2, Line 55 - Page 3, Line 49 2 October 1991
X	---	see page 985, right hand column, Line 35 - in the British Telecommunications Network see page 2, Line 55 - Page 3, Line 49 2 October 1991
A	EP,A,0 449 480 (A.T.T.) 1-6	see page 2, Line 55 - Page 3, Line 49 2 October 1991 EP,A,0 376 556 (A.T.T.) 1-6
A	4 July 1990 1-6	see page 2, Line 49 - Page 3, Line 35 4 July 1990
P,X	WO,A,9 120 148 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH) 26 December 1991 1	see page 10, Line 25 - Line 34 see claim 3 ---

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. EP 9202302
SA 65873

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
 The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
 The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 04/12/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US-A-4669113	26-05-87	CA-A-	1252186	04-04-89
		JP-A-	61251261	08-11-86
WO-A-9001237	08-02-90	US-A-	4931941	05-06-90
		EP-A-	0426737	15-05-91
		JP-T-	4502239	16-04-92
US-A-4788721	29-11-88	EP-A-	0393126	24-10-90
		JP-T-	2503979	15-11-90
		WO-A-	8905552	15-06-89
EP-A-0449480	02-10-91	US-A-	5101451	31-03-92
		JP-A-	4223646	13-08-92
EP-A-0376556	04-07-90	CA-A-	2001665	29-06-90
		JP-A-	2260956	23-10-90
		US-A-	5101451	31-03-92
WO-A-9120148	26-12-91	US-A-	5142570	25-08-92
		CA-A-	2035139	16-12-91

I. KLASSEIFIKATION DES ANMELDUNGSCEGENTANDS (bei weiterer Klassifikation sind alle einzugeben)		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Kl. 5 HO4Q3/66		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBLÄTTE		
Rechercheberichter Meldepflichtiger		
Klassifikationsstamm		
Rechercheberichter Meldepflichtiger		
III. EINSCHELAGE VEROFFENTLICHUNGEN		
Art. Kennzeichnung der Veröffentlichung, sonst erfordeliche Unterlagen der magazinähnlichen Zeile 12		
US, A, 4 669 113 (ASH) 26. Mai 1987 siehe Spalte 14, Zeile 35 - Zeile 38		
Y PROCEEDINGS OF THE NATIONAL COMMUNICATIONS FORUM OCTOBER 1985, ROSEMONT (US) Seiten 596 - 600 RICCHARDS ET AL, "Towards Dynamic Network Control", siehe Seite 597, Linke Spalte, Zeile 1 - rechte Spalte, Zeile 18		
X 1, 3-6		
Y 1-6		
A 2		
A 26. Mai 1987 siehe Spalte 14, Zeile 35 - Zeile 38		
Y PROCEEDINGS OF THE NATIONAL COMMUNICATIONS FORUM OCTOBER 1985, ROSEMONT (US) Seiten 596 - 600 RICCHARDS ET AL, "Towards Dynamic Network Control", siehe Seite 597, Linke Spalte, Zeile 1 - rechte Spalte, Zeile 18		
Bemerkungen von Anwälten Veröffentlichungen 10:		
"A", Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik darstellt ist darüber hinaus, dass nicht als besondere Bedeutung zuordnen kann ist und mit der Ausbildung eines hohen Qualitätsstandards ein Verständnis des der Entwicklung zugehörigen Fachgebietes wird an- gefordert, dass es dem Fachgelehrten ohne Schwierigkeit verstanden werden kann, die Ergebnisse der Veröffentlichung zu übernehmen und entsprechend weiterzuentwickeln		
"X", Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die besondere technische Fortschritte zeigt, die für die Entwicklung von technischen Fortschritten wichtig sind und die Veröffentlichung mit einer breitgestreuten Leserschaft verbreitet werden kann		
"Y", Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die besondere technische Fortschritte zeigt, die für die Entwicklung von technischen Fortschritten wichtig sind und die Veröffentlichung mit einer breitgestreuten Leserschaft verbreitet werden kann		
"Z", Veröffentlichung, die gezeigt ist, dass Prioritätsansprüche ausgenommen werden soll oder die zur Entwicklung von Fortschritten in diesem oder durch die ZV-Vor- schriften erachteten Gebiet verfasst wurden		
"E", Jüdisches Dokument, das jedoch nicht am oder nach dem Interne- tionalen Patentamt eingereicht wurde		
"F", Bemerkungen, die den allgemeinen Stand der Technik darüber hinaus, dass nicht als besondere Bedeutung zuordnen kann ist und mit der Ausbildung eines hohen Qualitätsstandards ein Verständnis des der Entwicklung zugehörigen Fachgebietes wird an- gefordert, dass es dem Fachgelehrten ohne Schwierigkeit verstanden werden kann, die Ergebnisse der Veröffentlichung zu übernehmen und entsprechend weiterzuentwickeln		
"G", Veröffentlichung, die gezeigt ist, dass Prioritätsansprüche ausgenommen werden soll oder die zur Entwicklung von Fortschritten in diesem oder durch die ZV-Vor- schriften erachteten Gebiet verfasst wurden		
"O", Veröffentlichung, die sich auf eine mobile Öffentlichkeit ausgerichtet und deren Gründungszeitpunkt bis (die ungefähre) Ende Beobachtung, die Ausschließung oder andere Maßnahmen und deren Beobachtung der Zeitraum zwischen dem Tag der Veröffentlichung und dem Tag, wenn die Veröffentlichung mit einer breitgestreuten Leserschaft verbreitet werden kann		
"P", Veröffentlichung, die vor dem Belegschaften Prioritätsdatum vorliegt und nach dem Belegschaften Prioritätsdatum verfällt		
"R", Veröffentlichung, die nach dem Belegschaften Prioritätsdatum verfällt		
IV. BESCHREIBUNG		
Datum des Abschlusses der Internationale Recherche		
04. DEZEMBER 1992		
Absendatum des Internationale Recherche		
14. 12. 92		
Unterschrift des Beauftragten Rechercheberichter		
DE MUYT H.A.		
Unterschrift des Beauftragten Rechercheberichter		
EUROPAISCHES PATENTAMT		
Internationale Rechercheberichter		

III. EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		Betr. Anspruch Nr.
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	
Y	WO,A,9 001 237 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH) 8. Februar 1990 siehe Seite 8, Zeile 49 - Zeile 52 siehe Seite 10, Zeile 41 - Zeile 43 siehe Seite 11, Zeile 13 - Zeile 15 siehe Seite 12, Zeile 35 - Zeile 37 ---	1-6
Y	US,A,4 788 721 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH) 29. November 1988 siehe Spalte 11, Zeile 49 - Zeile 51 ---	1-6
X	INTERNATIONAL SWITCHING SYMPOSIUM Bd. 4, März 1987, PHOENIX (US) Seiten 984 - 988 STACEY ET AL 'Dynamic alternative routing in the British Telecom trunk Network' siehe Seite 985, rechte Spalte, Zeile 35 - Zeile 40 ---	1
A	EP,A,0 449 480 (A.T.T.) 2. Oktober 1991 siehe Seite 2, Zeile 55 - Seite 3, Zeile 49 ---	1-6
A	EP,A,0 376 556 (A.T.T.) 4. Juli 1990 siehe Seite 2, Zeile 49 - Seite 3, Zeile 35 ---	1-6
P,X	WO,A,9 120 148 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH) 26. Dezember 1991 siehe Seite 10, Zeile 25 - Zeile 34 siehe Anspruch 3 -----	1

Angeführtes Patentdeklarant	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(e) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	Im Rechtseinheitsrecht
US-A-4669113	26-05-87	CA-A- 1252186	04-04-89 08-11-86	JP-A- 61251261
WO-A-9001237	08-02-90	US-A- 4931941	05-06-90 15-05-91	JP-T- 4502239
US-S-A-4788721	29-11-88	EP-A- 0393126	24-10-90 15-11-90	JP-T- 2503979
EP-A-0449480	02-10-91	US-A- 5101451	31-03-92 13-08-92	JP-A- 4223646
EP-A-0376556	04-07-90	CA-A- 2001665	29-06-90 23-10-90	US-A- 5101451
WO-A-9120148	26-12-91	US-A- 5142570	25-08-92 16-12-91	CA-A- 2035139

In diesem Antrag sind die Verteilung der Patentdeklarationen der im obigen Ausmaße mitgeteilten Rechtseinheitliche Patentedeklarationen auf die Familienmitglieder einzuprächen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts zu
Diese Angabe ist nur zur Unterstützung und erfüllen alle Gewähr.

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT EP 9202302 SA 65873
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.